

Trends in der betrieblichen Informationsverarbeitung: Ökonomie und Technologie, Chancen und Risiken

P. Dadam, Ulm

1. Einführung

Obwohl die rechnergestützte, elektronische Informationsverarbeitung (EIV) in vielen Unternehmen schon seit mehr als dreißig Jahren betrieben wird, ist dieses Gebiet auch heute noch von einer starken Dynamik, von Technologiesprüngen und von sich verändernden Nutzungsanforderungen geprägt. Gerade in jüngster Zeit zeichnen sich wieder neue technologische Trends im Bereich der EIV ab, welche den Unternehmen zum einen neue Möglichkeiten eröffnen, sie zum anderen aber auch vor neue Herausforderungen stellen.

Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung der betrieblichen Informationsverarbeitung und deren treibende Kräfte nachgezeichnet. Abschnitt 3 geht auf den erreichten Stand ein. Anschließend wird auf den aktuellen Trend zur Dezentralisierung der betrieblichen EIV und dessen Hintergründe (Abschnitt 4) sowie die damit verbundenen Probleme und mögliche Lösungsansätze eingegangen (Abschnitt 5). Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick (Abschnitt 6).

2. Bisherige Trends und treibende Kräfte

Im folgenden wird versucht, die Stationen bei der Entwicklung der betrieblichen Informationssysteme zu skizzieren und diese zeitlich einzuordnen (wobei die Zeitangaben naturgemäß nur grobe Orientierungshilfen sein können).

2.1 60er Jahre: Rationalisierung

In den 60er Jahren wurden die Computer in den größeren Unternehmen auf (mehr oder weniger) breiter Front eingeführt. Die Anwendungsbereiche waren dabei sehr heterogen. Sie reichten von der Unterstützung bei komplexen numerischen Berechnungen im Forschungs- und Entwicklungsbereich der Unternehmen bis zur Automatisierung von Routinetätigkeiten wie Materialbedarfsermittlung oder Lohn- und Gehaltsabrechnung. Man betrachtete den Computer in dieser Zeit vor allem als unmittelbares Rationalisierungsinstrument. Computer wurden deshalb überwiegend gezielt dort eingesetzt, wo man Rationalisierungserfolge durch Einsparung von Personal erzielen konnte. - Unterm Strich ergab sich in der Regel allerdings zunächst keine oder nur eine geringe Einsparung, da die Einsparung von Personal in den Anwendungsbereichen durch die erforderlichen Einstellungen von Personal im EDV-Bereich meist wieder kompensiert wurde.

2.2 60er/70er Jahre: Erste Integration von Anwendungen

Die zu Beginn der „Computerisierung“ noch vorherrschenden „Insellösungen“ führten mit zunehmender Anzahl von Anwendungen dazu, daß für diese Daten mehrfach erfaßt und verwaltet werden mußten. Daher entwickelte sich in der Folge (in vielen Unternehmen Ende der 60er oder Anfang der 70er Jahre) rasch ein zunehmendes Interesse an einem Verbund solcher Einzelanwendungen, wie z.B. Rechnungsschreibung *und* die Verwaltung offener Posten oder der Verwaltung offener Posten *und* Mahnwesen. Angestrebt wurde, daß Daten, die für die eine Anwendung

erfaßt bzw. von dieser erzeugt werden, anschließend für eine „nachgeschaltete“ Anwendung zur Verfügung stehen.

In vielen Fällen, waren die von einer Anwendung erzeugten Daten (d.h. Struktur, Inhalt und Reihenfolge der Datensätze) jedoch so speziell auf deren Belange ausgerichtet, daß diese für eine nachgeschaltete Anwendung nicht direkt brauchbar waren. Die Datensätze mußten daher oftmals umkopiert, umsortiert und durch weitere Datenfelder ergänzt werden, bevor sie von einer nachgeschalteten Anwendung weiterverarbeitet werden konnten. Hierdurch ergaben sich zum Teil sehr komplexe Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den Daten bzw. den Dateien, in denen sie gespeichert wurden, was wiederum dazu führte, daß bei der Ausführung der Anwendungen im Rechenzentrum (zu dieser Zeit war noch Stapelbetrieb üblich), bestimmte Reihenfolgen einzuhalten waren, um die Korrektheit (Konsistenz) der jeweils benötigten Eingabedaten zu gewährleisten.

2.3 70er/80er Jahre: Verstärkte Integration von Anwendungen

Mit zunehmender „Integrationsdichte“ der Anwendungen wurde diese Vorgehensweise allerdings immer problembehafteter. Zum einen machte sie die Wartung und Weiterentwicklung der existierenden Anwendungen immer komplizierter, zum andern erschwerte dieses komplexe „Abhängigkeitsgeflecht“ zunehmend die Entwicklung neuer Anwendungen. Damit rückte die systematische Verwaltung der Daten sowie die Gewährleistung deren Konsistenz mehr und mehr in den Mittelpunkt des Interesses. „Information“ wurde zunehmend als wichtige Unternehmensressource betrachtet.

Mitte/Ende der 70er Jahre begannen daher viele Unternehmen für die Verwaltung ihrer Daten Datenbanksysteme einzusetzen und die vorhandenen Anwendungen entsprechend anzupassen oder neu zu entwickeln. Mit diesen Datenbanksystemen der 1. Generation, die auf dem hierarchischen Datenmodell, dem Netzwerk-Datenmodell oder einer Variante davon basierten (siehe z.B. [1]), wurde die gemeinsame Nutzung von Daten durch verschiedene Anwendungen bereits erheblich vereinfacht. Auch ließen sich nun - in einem gewissen Umfang - Struktur und physische Reihenfolge der Daten auf dem Datenträger ändern, ohne daß hierdurch zwangsläufig immer auch Änderungen in den Anwendungsprogrammen erforderlich wurden.

Insbesondere die 80er Jahre waren geprägt durch die beginnende Ablösung der Stapelverarbeitung zugunsten von Bildschirmarbeitsplätzen. Der Trend zu „Online“-Informationssystemen zeichnete sich ab. Die zentrale und konsistente Verwaltung der wichtigen Unternehmensdaten wurde zum zentralen Anliegen der betrieblichen EIV. Der Wunsch nach direktem, änderndem Zugriff auf die Daten durch mehrere Benutzer brachte das endgültige Aus für viele dateibasierte Informationssysteme. Insbesondere die nunmehr dringend benötigte Unterstützung des Mehrbenutzerbetriebs und die systemseitigen Mechanismen zur Fehlerbehandlung sowie zum Wiederanlauf nach Systemzusammenbrüchen halfen den Datenbanksystemen als Integrationswerkzeug für die EIV in dieser Zeit endgültig zum Durchbruch.

2.4 80er/90er Jahre: „Online“-Informationssysteme

Mit dem Einzug der Bildschirmarbeitsplätze nahmen in den 80er Jahren die Wünsche hinsichtlich der Integration weiterer bzw. der Realisierung neuer Anwendungen stark zu, und zwar in einem Umfang, der von den Software-Entwicklern nicht mehr zu bewältigen war und zu langen Wartelisten führte. Einer der Gründe hierfür war, daß die Datenbanksysteme der 1. Generation (die natürlich im Laufe der Jahre immer weiter entwickelt und verbessert wurden) zwar hinsichtlich Funktionalität und Leistungsverhalten einen hohen Standard erreicht hatten, sie aber auch relativ hohe Ansprüche an die systemspezifische Ausbildung der Anwendungsentwickler stellten (und noch stellen). Die (datenbankbasierte) Anwendungsentwicklung wurde deshalb zu einem signifikanten Engpaß in den Unternehmen.

Die Anfang/Mitte der 80er Jahre auf den Markt kommenden Datenbanksysteme der 2. Generation, die auf dem relationalen Datenmodell basierten [2], brachten hier im Prinzip entschei-

dende Verbesserungen. Durch die einfachere Form der Informationsdarstellung und einer relativ einfach zu erlernenden, funktional jedoch sehr mächtigen Anfragesprache wurde die Anwendungsentwicklung drastisch vereinfacht. Allerdings nahm der Markt diese Systeme zunächst nur sehr zögerlich auf. Im Vergleich mit den Systemen der 1. Generation waren die Funktionalität, das Leistungsverhalten sowie die Systemstabilität noch (viel) zu gering, demgegenüber aber der Ressourcenbedarf an CPU-Leistung und Hauptspeicher noch (viel) zu hoch.

3. Erreichter Stand

Im *administrativen Bereich* haben die meisten Unternehmen heute einen sehr hohen Integrationsgrad der Anwendungen erreicht, und zwar sowohl im betriebswirtschaftlich-administrativen als auch im technisch-administrativen Bereich. Die stets aktuelle und überall (wo benötigt) verfügbare Information hat einen sehr hohen Stellenwert und wird heute als wichtige Voraussetzung für das Überleben eines Unternehmens in einem sich verschärfenden internationalen Wettbewerb gesehen. Ein direkter Zugriff auf die operationalen Datenbestände des Unternehmens durch viele Anwendungen verbietet sich jedoch in der Regel aus zweierlei Gründen: zum einen befindet sich die Mehrzahl der operationalen Anwendungen immer noch in Anwendungssystemen, die auf Datenbanksystemen der 1. Generation aufsetzen, was die Entwicklung neuer Anwendungen aus den oben beschriebenen Gründen relativ aufwendig macht, zum andern würde hierdurch die Leistungsfähigkeit (der Durchsatz) der operationalen (und daher meist zeitkritischen) Anwendungen in der Regel negativ beeinflusst werden. Durch entsprechenden Ausbau der Hardware läßt sich zwar das zweite Argument (etwas) entkräften, allerdings ist ein solcher Ausbau - da auf Mainframe-Technologie basierend - meist mit (sehr) hohen Kosten verbunden.

Die Unternehmen gehen heute daher einen anderen Weg: anstelle eines direkten Zugriffs werden Kopien der operationalen Daten gezogen und den neuen Anwendungen der (lesende) Zugriff hierauf gestattet. Je nach Anforderung der Anwendungen werden diese Kopien in kürzeren oder größeren Zeitabständen (Sekunden, Minuten, Stunden, Tage, ...) aktualisiert. Für die Verwaltung solcher redundanter Datenbestände werden üblicherweise relationale Datenbanksysteme eingesetzt. Diese haben infolge vielfältiger Verbesserungen und Weiterentwicklungen inzwischen einen sehr hohen Leistungsstand erreicht. Die Entwicklung neuer Anwendungen im administrativen Bereich findet deshalb im wesentlichen nur noch auf dieser Systemplattform statt. Entsprechende Produkte oder Konzepte werden meist unter den Schlagworten „Client/Server-Computing“ und „Information Warehouse“ angeboten und bescheren den relationalen Datenbanksystemen derzeit eine rege Nachfrage.

Im *technisch-wissenschaftlichen Bereich* der Unternehmen ist die Integration von Anwendungen noch vergleichsweise „unterentwickelt“. Dies liegt vor allem daran, daß für die verschiedenen Teilaufgaben, wie z.B. Entwurf/Konstruktion (CAD), Festigkeitsberechnungen, mechanische Bearbeitung mittels NC-Maschinen, Montage mittels Robotern usw. von den Anbietern spezielle Software- und Hardwaresysteme für die jeweilige (isolierte) Aufgabe entwickelt wurden. In der Regel haben diese Speziallösungen eine eigene Datenverwaltung und können mit anderen - z.B. in der Bearbeitungsfolge logisch nachgeordneten Systemen - Daten nur mittels spezieller Datenexport- und Datenimport-Funktionen austauschen, was häufig mit einem Informationsverlust sowie mit Problemen verbunden ist, die Daten in den verschiedenen Systemen konsistent zu halten. Derzeit werden daher im Rahmen von Standardisierungsbemühungen große Anstrengungen unternommen, um den Transfer von Information zwischen solchen Systemen zu verbessern [3,4,5]. Außerdem wird längerfristig der Einsatz geeigneter technischer Datenbanken („engineering databases“) angestrebt, um eine ähnliche Integration der Anwendungen wie im administrativen Bereich zu erreichen. Leider steht die hierfür benötigte Datenbanktechnologie derzeit noch nicht in marktfähigen Produkten zur Verfügung [6,7]. - Auch im technisch-wissenschaftlichen Bereich wird die rasche Verfügbarkeit von aktueller Information als essentiell für die Verkürzung von Produktentwicklungszeiten und damit für die schnelle Reaktion auf Marktchancen und Marktveränderungen gesehen.

4. Aktueller Trend: Dezentralisierung der Informationsverarbeitung

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erwähnt, wurde im administrativen Bereich bereits ein sehr hoher Integrationsgrad der Anwendungen erreicht und im technisch-wissenschaftlichen Bereich wird derzeit mit Hochdruck daran gearbeitet, die Integration der Anwendungen zu verbessern. Noch bis vor kurzem schien daher der Weg bzw. die weitere Entwicklung deshalb klar vorgezeichnet zu sein: im administrativen Bereich werden die vorhandenen zentralen Informationssysteme weiter ausgebaut sowie ggf. durch Client/Server- und Data Warehouse Lösungen ergänzt, im technisch-wissenschaftlichen Bereich wird über kurz oder lang ebenfalls die Integration der Anwendungen auf Basis eines geeigneten Datenbanksystems stattfinden und möglicherweise irgendwann sogar eine Zusammenführung beider Teilbereiche auf Basis großer, logisch zentraler Datenbanken realisiert werden können. In den letzten Jahren haben sich jedoch eine Reihe von Veränderungen ergeben, welche eine geradlinige Fortführung dieser Entwicklung als eher unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Viele Unternehmen sind durch die wirtschaftlich guten Jahre der Vergangenheit fett, träge und damit kostenträchtig geworden. Für viele dieser Unternehmen ist es derzeit daher aktuell schlichtweg zu einer Frage des nackten Überlebens geworden ob es gelingt, die Kostenstruktur nachhaltig zu verbessern sowie schneller und flexibler auf Marktveränderungen zu reagieren. Die Unternehmen reagieren auf diese Herausforderung durch Stellenabbau, mit einer Verkürzung der Entscheidungswege und mit einer Erhöhung der Gewinn- und Kostenverantwortung in den Teilbereichen, etwa durch Einführung von Profitcenters oder durch Ausgründung von Teilgesellschaften. Als Mittel der Wahl für diesen Prozeß wird meist die Optimierung der Geschäftsprozesse („business process reengineering“) sowie die konsequente Ausrichtung der Unternehmensstruktur bzw. der Unternehmensabläufe an diesen Geschäftsprozessen gesehen [8]. Dies führt konsequenterweise dazu, daß die eingesetzten EIV diese prozeßorientierte Sicht geeignet unterstützen müssen, d.h. es sind nicht nur („passive“) „datenzentrierte“ sondern auch („aktive“) „prozeßorientierte“ Sichten auf die Information anzubieten [9]. Dies wiederum führt relativ rasch zu der Forderung, daß die EIV die kooperierende Ausführung der Geschäftsprozesse durch Verteil- und Delegationsfunktionen für anstehende Aufgaben sowie durch geeignete Erinnerungs- und Überwachungsfunktionen unterstützen sollte.

Diese strukturellen Maßnahmen werden begleitet durch einen massiven Druck auf alle Unternehmensbereiche, die Kosten zu reduzieren, die EIV nicht ausgenommen. Durch die Entwicklung auf dem Hardware- und Softwaremarkt der letzten Jahre, sind - zumindest auf den ersten Blick - extreme Preisunterschiede zwischen den Kosten für CPU-Leistung, Haupt- und Plattenpeicher bei Zentralrechnern (Mainframes) auf der einen und RISC-Systemen (Workstations, UNIX-Server) sowie PCs auf der anderen Seite entstanden. Diese Kostenunterschiede sind ein Grund, warum in vielen Unternehmen ein massiver Druck auf die Verantwortlichen in den DV-Abteilungen ausgeübt wird, die EIV von Zentralrechner-technologie (zumindest schrittweise) auf vernetzte PCs, Workstations oder Unix-Server-Systeme umzustellen.

Ein anderer Grund ist, daß in vielen Bereichen die technologisch interessanten Angebote gar nicht mehr für Zentralrechner angeboten werden, sondern von vornherein nur noch für den größeren (und für die Anbieter damit interessanteren) Markt der kleinen und mittelgroßen Systeme entwickelt werden, so daß ein Beharren auf der Zentralrechner-technologie teilweise auch eine Abkopplung vom technischen Fortschritt (zumindest in einigen Bereichen) bedeuten würde. Ein weiterer Grund für diese Entwicklung in den Unternehmen ist auch, daß die Benutzer selbst mittlerweile erheblich mündiger und selbstbewußter geworden sind. Durch die starke Verbreitung der PCs im privaten Bereich fordern die Benutzer, daß sie die Programme, die sie zuhause z.B. für die Textverarbeitung oder für Berechnungen einsetzen, auch im Unternehmen vorfinden. Dies gilt insbesondere dann, wenn das PC-Programm attraktiver und benutzerfreundlicher als das entsprechende Programm auf dem Zentralrechner ist.

Alle diese Entwicklungen zusammengenommen werden bewirken, daß eine Dezentralisierung der EIV eintreten wird. Die Bereiche mit eigener Kostenverantwortung werden darauf drängen, die sie betreffende EIV auch in eigener (Kosten-)Verantwortung durchzuführen. Mit jeder Anwendung, die auf diese Weise jedoch vom Zentralsystem abgezogen wird, steigen natürlich die Fixkostenanteile für die verbleibenden Anwendungen, was wiederum das Abziehen weiterer Anwendungen nach sich ziehen wird. Dies wird letztlich dazu führen, daß auf mittlere Sicht die Zuständigkeit der zentralen Rechenzentren auf gewisse Kernaufgaben, wie z.B. Administration bereichsübergreifender Netze, sowie auf die Verwaltung einiger weniger Datenbestände von bereichsübergreifender Bedeutung beschränkt werden wird.

5. Chancen und Risiken, Probleme und Lösungsansätze

Die Entwicklung im Hardware- und Softwarebereich für Unix-Server, Workstations und PCs, die Entwicklung im Kommunikationsbereich und die damit einhergehende, zunehmende Angebotsvielfalt ermöglichen die Realisierung neuer sehr komfortabler und sehr leistungsfähiger Systeme zu Kosten, die weit unter denen bisheriger Zentralrechnerlösungen liegen. Allerdings sind verteilte Systeme in ihrem Aufbau inhärent komplexer und - infolge der größeren Anzahl von Systemkomponenten - anfälliger gegen Systemausfälle. Die Entwicklung verteilter Anwendungen ist daher, bei dem heutigen Stand der Softwaretechnik, erheblich fehlerträchtiger als eine vergleichbare zentrale Lösung, insbesondere gestaltet sich das Testen verteilter Anwendungen in der Regel als relativ schwierig. Erschwerend kommt hinzu, daß verteilte Anwendungen kein „single fail“-Verhalten aufweisen. Wenn ein Zentralrechner ausfällt, dann fällt auch das auf ihm laufende Programm mit aus. Wenn hingegen in einem verteilten System ein Komponentensystem ausfällt, so sind davon zunächst nur die direkt auf diesem Teilsystem laufenden Anwendungen betroffen, die anderen Anwendungen laufen zunächst einmal weiter, auch wenn sie in logischem Zusammenhang mit der ausgefallenen (Teil-)Anwendung stehen. Der Entwickler einer verteilten Anwendung muß beim heutigen Stand der Softwaretechnik in der Regel deshalb selbst (durch geeignete Programmierung) dafür Sorge tragen, daß solche weiterlaufenden „Zombies“ nicht auftreten bzw. erkannt und abgebrochen werden können. Dies wiederum vergrößert allerdings auch wieder die Komplexität des Programms und kann damit selbst zur Fehlerquelle werden.

Um den potentiellen Nutzen des verbesserten Preis-/Leistungsverhältnisses beim Übergang von Zentralrechnerlösungen auf verteilte Systeme auch tatsächlich nutzen zu können, müssen geeignete Basis-Systemdienste entwickelt und bereitgestellt werden, um die Komplexität bei der Entwicklung zuverlässiger verteilter Anwendungen für den Anwendungsentwickler deutlich zu reduzieren. Hierzu gehört eine Entlastung bei Aspekten wie z.B. konkurrierendem Zugriff (und dadurch ausgelöste wechselseitige Blockierungen), Fehlerbehandlung und Selbstüberwachung des Systems.

Anstrengungen in dieser Richtung gibt es bereits. In naher Zukunft werden *redundant ausgelegte Server-Systeme* verfügbar sein, bei denen die zugrundeliegende Systemsoftware selbständig dafür sorgt, daß ein „Ersatz-Sever“ bei Bedarf einspringt, und zwar ohne daß der Anwendungsprogrammierer dies im Anwendungsprogramm explizit auszuprogrammieren hat. Eine andere interessante Entwicklung sind sog. *Workflow-Management-Systeme*. Bei diesen Systemen wird der Kontroll- und Datenfluß vom eigentlichen Anwendungscode getrennt. Damit ist die Ausführungslogik nicht mehr wie bisher im Programmcode „vergraben“, sondern entsprechenden Steuerungs- und Überwachungskomponenten zugänglich. D.h. die Überwachung der Ausführung sowie das Verhalten einzelner Komponenten kann hierdurch im Prinzip systemseitig erfolgen [10,11]. Die heute auf dem Markt angebotenen Systeme sind in ihrer Funktionalität, Stabilität und Zuverlässigkeit in der Regel noch sehr eingeschränkt, eine Weiterentwicklung dieser Technologie sowie eine Integration mit Informationssystem-Technologie erscheint allerdings sehr vielversprechend, insbesondere unter dem Aspekt der Realisierung von prozeßorientierten Informationssystemen (siehe Abschnitt 4).

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die äußere und innere Entwicklung bei den Unternehmen hat auch gravierenden Einfluß auf die Gestaltungsform zukünftiger betrieblicher Informationssysteme. Die Entwicklung der Hardware-, Software- und Kommunikationstechnologie ermöglicht ein breites Spektrum an unterschiedlichen Anwendungslösungen für die verschiedensten Belange und Präferenzen. Diese Entwicklung bzw. diese Freiheit hat aber auch ihren Preis: die im Zeitalter der Zentralrechner-Lösungen vorgegebenen „strategischen“ Richtungen gibt es in dieser Form nicht mehr. Der Anwender bzw. Anwendungsentwickler muß sich sehr viel stärker selbst eine Meinung bilden, welche Realisierungsvariante für das eigene Unternehmen am besten geeignet ist, und muß diese Entscheidung bzw. entwickelte Lösung entsprechend der Marktentwicklung (die sehr viel dynamischer als in der „Zentralrechnerwelt“ verläuft) ständig überprüfen und fortschreiben.

Die neuen, auf den Massenmarkt ausgerichteten Produkte im PC-Bereich lassen sich in der Regel einfach installieren und auch relativ leicht erlernen. Vielfach wird dabei übersehen, daß an eine Anwendung für den Großeinsatz (d.h. in einem Netz mit vielen Anwendern) ganz andere Anforderungen gestellt werden müssen, als an eine solche für Einzelanwender. Viele aus dem PC- und Unix-Bereich stammenden Anwendungen verursachen z.B. große Probleme bei Wartung, Netzbelastung und Zugriff auf gemeinsame Daten, wenn man sie im großen Maßstab einsetzt. Eine ganze Reihe von Unternehmen, die bei der Ablösung von Zentralrechneranwendungen durch dezentrale Lösungen vorgeprescht sind, mußten deshalb erkennen, daß die ursprünglich erwartete Kostenersparnis nicht eingetreten ist. Die anfänglichen Kostenvorteile wurden durch den hohen Aufwand an Eigenentwicklung sowie durch die in der Folge hohen Wartungskosten sowie die versteckten Personalkosten bei den Anwendern oftmals mehr als kompensiert. - Insbesondere hat sich die ursprüngliche Einschätzung oder Hoffnung als falsch erwiesen, daß infolge der kleineren und „einfacheren“ Systeme weniger qualifiziertes DV-Personal eingesetzt werden kann.

Diese Unsicherheiten und Risiken hinsichtlich der weiteren Entwicklung legen auf den ersten Blick den Schluß nahe, an der „alten Lösung“ festzuhalten und auf die endgültige und „richtige“ Lösung zu warten. Aufgrund der Entwicklung in der Vergangenheit ist es allerdings mehr als fraglich, ob es diese ultimative Lösung je geben wird. Sehr viel wahrscheinlicher ist, daß es sich um einen ständigen Weiterentwicklungsprozeß handelt. Das Risiko einer Fehlentscheidung ist jedoch um so größer, je größer der „Schritt“ ist, den man (irgendwann einmal) tun muß, um zur aktuellen Entwicklung aufzuschließen. Eine sachkundige Auseinandersetzung mit den aktuellen Entwicklungen, prototypische Erprobungen in kleinem Rahmen sowie eine mit Augenmaß betriebene evolutionäre Weiterentwicklung der betrieblichen Informationssysteme sind die Vorgehensweise der Wahl zur Reduzierung dieses Risikos.

Danksagung

Vielen Dank an M. Reichert für die kritische Durchsicht einer ersten Fassung dieses Beitrags.

Literatur

- [1] A.F. Cardenas: Data Base Management Systems, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 1989
- [2] E.F. Codd: A Relational Model of Data for Large Shared Data Bases. Communications of the ACM, Vol. 13, 1970, pp. 377-387
- [3] H. Grabowski, J. Erb, A. Polly, R. Anderl: STEP - Grundlage der Produktdatentechnologie - Die Anwendungsprotokolle, CIM Management 6/94, S. 45-49, Oldenbourg-Verlag

- [4] G. Sauter, W. Käfer: The First STEP to Database Interoperability, Technischer Bericht F3-95-004, DaimlerBenz, Forschung und Technik, 1995
- [5] H.-J. Bullinger, C. Salzer: Integration von CAD und CAP über ein gemeinsames Produktmodell, CIM Management 6/89, S. 28-33, Oldenbourg-Verlag
- [6] P. Dadam, N. Südkamp: Datenbanksysteme als Werkzeug zur Integration von CAx-Systemen, Automatisierungstechnische Praxis atp, Band 31, Heft 9, 1989, S. 431-438
- [7] P. Dadam, V. Linnemann: Advanced Information Management (AIM): Advanced Database Technology for Integrated Applications, IBM Systems Journal, Vol. 28, No. 4, 1989, pp. 661-681
- [8] M. Hammer, J. Champy: Business Reengineering - Die Radikalkur für das Unternehmen. Campus Verlag, Frankfurt/New York, 1995
- [9] Y. Breitbart, A. Deacon, H.-J. Schek, A. Sheth, G. Weikum: Merging Application-centric and Data-centric Approaches to Support Transaction-oriented Multi-system Workflows, ACM SIGMOD-Record, Vol. 22, No. 3, Sept. 1993, pp. 23-30
- [10] K. Kuhn, M. Reichert, M. Nathe, Th. Beuter, P. Dadam, P.: An Infrastructure for Cooperation and Communication in an Advanced Clinical Information System, Proc. 18th Ann. Sym. on Computer Applications in Medical Care 1994, SCAMC '94, Washington, 1994
- [11] P. Dadam, K. Kuhn, M. Reichert, Th. Beuter, M. Nathe: ADEPT: Ein integrierender Ansatz zur Entwicklung flexibler, zuverlässiger kooperierender Assistenzsysteme in klinischen Anwendungsumgebungen, Proc. GI Jahrestagung, Zürich, Sept. 1995 (to appear) (ebenfalls: Ulmer Informatikberichte, Nr. 95-07, Mai 1995)